

INVESTIGACIÓN MATEMÁTICA ARGENTINA RECOGIDA EN *MATHSCI* (2000-2005)

[MATHEMATICAL RESEARCH IN ARGENTINA COVERED
BY *MATHSCI* (2000-2005)]

CRISTIAN MERLINO-SANTESTEBAN

Resumen: Se analiza la investigación matemática argentina recogida en la base de datos *MathSci* correspondiente al período 2000-2005. Durante este período el total de la producción científica matemática tuvo un incremento del 10%. Teoría cuántica, Ecuaciones y derivadas parciales, y Relatividad y teoría gravitatoria son las tres áreas temáticas con mayor contribución matemática argentina, seguidas por Anillos y álgebras asociativos, y Mecánica estadística, estructura de la materia. La Universidad de Buenos Aires fue la institución líder en el número de trabajos publicados (35%) y presentó la mayor diversidad productiva. Cerca del 89% de los trabajos se distribuyó en 406 revistas y prácticamente 46 títulos concentraron el 50% de los documentos. El 36% de la producción fue realizada en coautoría con colegas extranjeros. Estados Unidos y España fueron las naciones con las cuales se establecieron relaciones más estrechas. La tasa de colaboración internacional aumentó del 30 al 42%.

Palabras clave: Análisis bibliométrico; Investigación matemática; Argentina.

Abstract: Argentinean mathematical research covered by *MathSci* database for the period 2000-2005 is analyzed. During those years, the mathematical scientific production showed a growing rate of 10%. Quantum theory, Partial differential equations, and Relativity and gravitational theory are the three subject areas with more Argentinean mathematical contribution followed by

Centro de Documentación Facultad de Cs. Económicas y Sociales. Universidad Nacional de Mar de Plata. Funes e/ Roca y San Lorenzo, nivel 0, oficina 8. 7600 Mar del Plata, Argentina.
Correo electrónico: csantest@mdp.edu.ar

Artículo recibido: 05-02-07. Aceptado: 18-04-07

INFORMACIÓN, CULTURA Y SOCIEDAD. No. 16 (2007) p. 83-105

©Universidad de Buenos Aires. Facultad de Filosofía y Letras. Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas (INIBI), ISSN: 1514-8327.

Associative rings and algebra, and Statistical mechanics, structure of matter. The University of Buenos Aires was the leading institution in the number of published papers (35%) and it presented the greatest productive diversity. About 89% of the articles have appeared in 406 journals and almost 46 titles concentrated 50% of the documents. Thirty six per cent of the production was performed in conjunction with foreign colleagues. United States and Spain were the most important collaborating nations. The international collaboration rate showed an increase from 30 to 42%.

Keywords: Bibliometric Analysis; Mathematical Research; Argentina.

1. Introducción

Los estudios métricos de la información científica y técnica, basados en datos procedentes de las publicaciones, permiten obtener un panorama general de la actividad científica y tecnológica de una nación, disciplina o institución, detectar los principales actores y líneas de actividad, analizar tendencias temporales y realizar comparaciones entre áreas, regiones o países. Estos estudios complementan, de manera eficaz, las opiniones y juicios emitidos por los expertos de cada área, proporcionando herramientas útiles y objetivas en los procesos de evaluación de los resultados de la investigación científica (Sancho, 1990; Okubo, 1997; Bordons y Zulueta, 1999).

En la Argentina, recientemente, el CAICYT (Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica) comenzó a difundir con cierta periodicidad estudios de la producción científica nacional a nivel global y por grandes bloques temáticos realizados en base a los trabajos obtenidos de la fuente de información secundaria multidisciplinar *Science Citation Index*® (CAICYT, 2006a). Pero la necesidad de conocer con más detalle el comportamiento de disciplinas específicas y, más aún, de aquellos campos del saber que inciden directamente en el desarrollo de una nación, amerita la realización de estudios más acotados.

La Matemática es un campo disciplinar autónomo, uno de los ejemplos más claros del poder creativo de la mente humana. Por otra parte, cumple un rol fundamental en la Ciencia moderna, tiene una evidente influencia sobre ella y a su vez se ve influenciada por la Ciencia de una manera esencial (Vázquez, 2001). La Ciencia básica y, como parte de ella, la investigación matemática es clave para el desarrollo y la competitividad de las naciones ya que su utilidad, se podría decir, radica en generar y sustentar a la Ciencia aplicada. La modelización matemática cumple un papel mayor que nunca en la Ciencia, la Ingeniería, los negocios y las Ciencias Sociales.

El objetivo de este estudio es ofrecer un primer análisis de la actividad científica matemática (y campos afines) argentina durante el período 2000-2005, a través de sus publicaciones, tal y como se reflejan en la base de datos internacional *MathSci*, mediante indicadores bibliométricos.

2. Material y Método

Para realizar el estudio se ha utilizado como fuente de información la base de datos bibliográficos *MathSci+* a través de la plataforma WebSPIRS de SilverPlatter. *MathSci*, desarrollada por la American Mathematical Society, recoge los trabajos publicados en cerca de 1.800 publicaciones seriadas de Matemáticas y refleja los contenidos de las revistas *Mathematical Reviews* y *Current Mathematical Publications*, editadas ambas por la misma Sociedad. Su cobertura temática primordialmente comprende Matemática clásica (Geometría, Álgebra, Análisis Matemático, Topología, etc.), Mecánica, Informática, Estadística, Teoría Cuántica, Relatividad, Geofísica, Astronomía y Astrofísica.

Los registros bibliográficos correspondientes a la producción científica originada en instituciones argentinas se obtuvieron realizando una búsqueda sobre el campo «Institution» (IN) y acotando la recuperación al espacio temporal 2000-2005. El campo IN registra los datos de filiación de todos los autores firmantes del trabajo, lo cual posibilita recoger la producción de un país o zona geográfica cualquiera sea su posición en dicho campo.

El resultado de la búsqueda, realizada el 12 de noviembre de 2006, fue descargado en texto plano para ser luego manipulado y gestionado con los aplicativos informáticos Bibexcel, desarrollado por Olle Persson para estudios informétricos, MS® Excel y SPSS®.

Para la adscripción de trabajos se ha empleado el sistema de cuenta completa, según el cual se asigna cada trabajo a cada una de las instituciones firmantes. Este sistema permite cuantificar la participación de las distintas instituciones en los trabajos. Se ha centrado en el nivel organización principal para los centros de trabajo nacionales y en el nivel país para los centros extranjeros.

3. Resultados

3.1 Evolución temporal de la producción

El volumen de la producción argentina recogida en *MathSci* ascendió a 1.527 trabajos durante los seis años estudiados, con una leve tasa de crecimiento del 10% en este período (tabla 1). Se produjeron dos picos productivos, el primero en el año 2001 con 280 trabajos (18,34%) y el segundo en el año 2004 con 282 trabajos (18,47%). Estos picos de máxima producción están asociados a un incremento significativo en el número de comunicaciones a congresos, pero irregular en el tiempo (gráfico 1). La tasa de crecimiento de los artículos, con ascensos y descensos, se situó en el 11%.

En el gráfico 2 se expone la evolución temporal de la producción de Argentina (AR) comparada con la producción de Brasil (BR), Chile (CL), México (MX), Venezuela (VE), y América Latina y el Caribe (ALyC). Al analizar la misma, se observa una distribución variable en el tiempo en todos los territorios y cómo afecta el rendimiento brasileño al potencial productivo latinoamericano.

El mayor incremento productivo lo experimenta Chile con una tasa del 26%. Por otro lado, México presenta una baja sostenida de documentos en el último trienio, no obstante mantiene su posición relativa en la región luego de Brasil. En promedio, Brasil y México han publicado respectivamente 295% y 80% más trabajos por año que Argentina.

A pesar de los altibajos experimentados, Argentina incrementó, aunque muy ligeramente, su peso relativo en el contexto latinoamericano y mundial. En el año 2000 su producción suponía el 11,36% del total de América Latina y el Caribe y el 0,32% mundial, y en 2005 alcanzó el 11,68% y el 0,33%, respectivamente. Sin embargo, la participación nacional no ha logrado reducir significativamente la diferencia productiva con las dos naciones que lideran la región. En el año 2005 la investigación matemática de Brasil supone el 48% del total de la región y la de México el 22%, tasas similares a las obtenidas por ambos países a nivel multidisciplinar en 2004 en el *Science Citation Index*® (CAICYT, 2006b).

La tabla 2 presenta la producción de los cuatro países más prolíficos de ALyC relativizada en función de la población¹ y gastos en investigación y desarrollo (I+D)² de cada nación. Se observa la elevada producción relativa de Argentina y Chile, tanto en función de su población como de sus gastos en I+D. Por su parte, Brasil y México son los países más productivos en valores absolutos, pero descienden en el *ranking* al relativizar la cantidad de trabajos producidos. En la relativización en función de los gastos en I+D, Argentina ocupa el primer lugar seguida de Chile y Brasil; mientras que al utilizar la población destaca ampliamente Chile, secundado por Argentina y Brasil. Hay que señalar que los datos de gastos en investigación y desarrollo de la tabla anterior refieren al total de I+D de cada país, y no en particular a la investigación matemática.

Año	Nº de Trabajos	%	% Acumulado
2000	218	14,28	14,28
2001	280	18,34	32,61
2002	260	17,03	49,64
2003	247	16,18	65,82
2004	282	18,47	84,28
2005	240	15,72	100,00
Total	1.527	100,00	

Tabla 1. Producción argentina registrada en MathSci

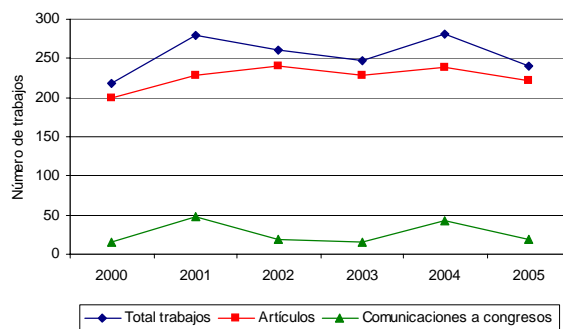


Gráfico 1. Evolución temporal de la producción argentina por tipo de documento

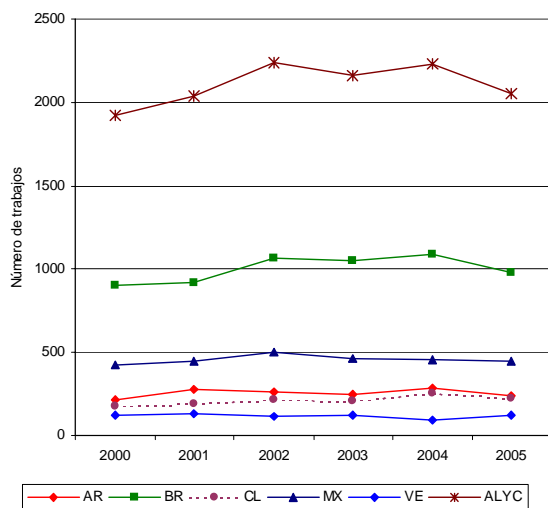


Gráfico 2. Evolución temporal comparada de la producción matemática de Argentina, Brasil, Chile, México, Venezuela y América Latina y el Caribe

País	Nº de Trabajos 2000-2005	Nº de Trabajos 2000-2005 / 10 ⁶ USD gasto en I+D	Nº de Trabajos 2000-2005 / 10 ⁵ habitantes
Argentina	1.527	2,30	4,08
Brasil	6.000	1,13	3,30
Chile	1.269	2,00	7,88
México	2.738	0,96	2,60

Los datos de habitantes y gastos en I+D corresponden a 2004 (RICYT, 2007)

Tabla 2. Producción científica de las 4 naciones más prolíficas de ALyC en relación con los gastos en I+D y con la población

3.2 Dispersión de la producción y fuentes donde se publica

Los artículos de los autores argentinos se distribuyeron en 406 títulos de revistas. Estas publicaciones periódicas presentan una utilización muy variada, en cuanto a la canalización de trabajos se refiere, puesto que solo 46 títulos (11%) concentran prácticamente el 50% de los trabajos publicados en este tipo de fuente, mientras que se emplean 360 (89%) para publicar el 50% restante.

El gráfico 3 refleja la dispersión de la producción publicada, representando el número acumulado de artículos frente al número acumulado de revistas.

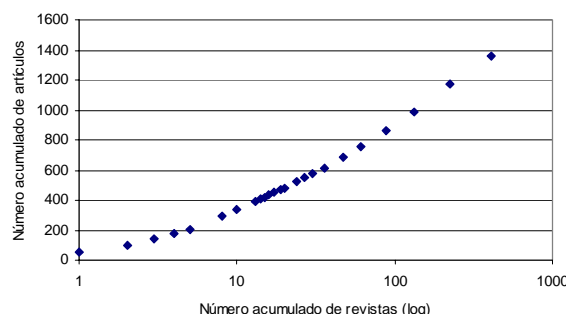


Gráfico 3. Dispersión de los artículos publicados por los científicos argentinos

Con el fin de conocer las revistas más utilizadas por los investigadores argentinos en el área de Matemáticas, se han analizado los títulos que publicaron 9 o más trabajos (tabla 3). Se observa que el primer cuartil de documentos ha sido comunicado a través de las 10 primeras revistas (2%). Los títulos que se utilizaron con mayor frecuencia fueron JOURNAL OF PHYSICS. A. MATHEMATICAL AND GENERAL con 54 trabajos (3,98% del total de documentos publicados en revistas), PHYSICA A. STATISTICAL MECHANICS AND ITS APPLICATIONS con 47 (3,46%) y PHYSICAL REVIEW. D. THIRD SERIES con 45 (3,32%).

En las revistas con mayor cantidad de contribuciones también se advierte el predominio de títulos editados en Estados Unidos (US) y Países Bajos (NL), sin embargo, la revista más utilizada es de origen británico. Por otro lado, se observa la presencia de solamente dos títulos editados en Latinoamérica, REVISTA DE LA UNIÓN MATEMÁTICA ARGENTINA (con 28 trabajos) y BOLETÍN DE LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS (con 10 trabajos), ambos publicados en Argentina. Se nota una importante presencia de revistas que pertenecen a la denominada «corriente principal de la ciencia» (CPC)³, que podría sugerir una preferencia de los autores a canalizar su producción a través de ellas.

Revista [País]	Nº de Trabajos	%	% Acumulado	CPC
J.-Phys.-A [GB]	54	3,98	3,98	X
Phys.-A [NL]	47	3,46	7,44	X
Phys.-Rev.-D (3) [US]	45	3,32	10,76	X
Phys.-Lett.-A [NL]	30	2,21	12,97	X
J.-Math.-Phys. [US]	29	2,14	15,11	X
Classical-Quantum-Gravity [GB]	28	2,06	17,17	X
J.-High-Energy-Phys. [IT]	28	2,06	19,23	X
Rev.-Un.-Mat.-Argentina [AR]	28	2,06	21,30	-
J.-Algebra [US]	23	1,69	22,99	X
Phys.-Lett.-B [NL]	23	1,69	24,69	X
J.-Math.-Anal.-Appl. [US]	18	1,33	26,01	X
Nonlinear-Anal. [GB]	18	1,33	27,34	X
Proc.-Amer.-Math.-Soc. [US]	18	1,33	28,67	X
Nuclear-Phys.-B [NL]	17	1,25	29,92	X
J.-Pure-Appl.-Algebra [NL]	16	1,18	31,10	X
Internat.-J.-Bifur.-Chaos-Appl.-Sci.-Engrg. [SG]	14	1,03	32,13	X
Internat.-J.-Theoret.-Phys. [US]	13	0,96	33,09	X
Comm.-Algebra [US]	12	0,88	33,97	X
Phys.-Rev.-E (3) [US]	12	0,88	34,86	X
J.-Statist.-Plann.-Inference [NL]	11	0,81	35,67	X
Appl.-Numer.-Math. [NL]	10	0,74	36,40	X
Bol.-Acad.-Nac.-Cienc. (Cordoba) [AR]	10	0,74	37,14	-
Electron.-J.-Differential-Equations [US]	10	0,74	37,88	-
Linear-Algebra-Appl. [US]	10	0,74	38,61	X
Álgebra-Universalis [CH]	9	0,66	39,28	X
Gen.-Relativity-Gravitation [US]	9	0,66	39,94	X
Internat.-J.-Modern-Phys.-A [SG]	9	0,66	40,60	X

Tabla 3. Revistas con 9 o más trabajos publicados

3.3 Tipología documental

De los 5 tipos de documentos utilizados para caracterizar el material bibliográfico procesado en *MathSci* (*book*, *book-proceedings*, *journal*, *proceedings-paper* y *journal-translation*), los registros analizados se distribuyeron en 4 de ellos (*journal*, *proceedings-paper*, *book* y *journal-translation*). La tipología más frecuente fue *journal* comprendiendo el 88,61% de la producción, seguida por *proceedings-paper* con el 10,41%. El tipo *book* apenas comprendió el 0,76% de los trabajos y el tipo *journal-translation* el 0,26%.

3.4 Idioma

Aún cuando se identificaron 5 idiomas diferentes en el total de los trabajos publicados, se halló un predominio casi absoluto de la lengua inglesa (98,30%, 1.503 documentos), *lengua franca* de la comunicación científica en las áreas más básicas de la investigación. *MathSci* también recogió 19 trabajos escritos en español, 4 en francés, 2 en ruso y uno en portugués.

3.5 Distribución temática

En la tabla 4 se presenta la distribución de la producción según la clase temática primaria de la *2000 Mathematics Subject Classification* (MSC) asignada a cada documento en el campo «Primary Classification Code» (PC) para describir el tópico principal sobre el que versa su contenido.

Los trabajos se distribuyen en 59 de las 65 clases temáticas que recoge la MSC. Más de la cuarta parte de la investigación argentina se concentra en tres de ellas (5%) y algo más del 50% en nueve (15%). Por otro lado, el 90% de los documentos se concentra en 30 de ellas (51%). La clase temática más productiva en la investigación matemática es la de TEORÍA CUÁNTICA [clase 81] con 205 trabajos (13,43%), seguida a distancia por ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES [clase 35] con 118 trabajos (7,73%), RELATIVIDAD Y TEORÍA GRAVITATORIA [clase 83] con 90 (5,89%), ANILLOS Y ÁLGEBRAS ASOCIATIVOS [clase 16] con 84 (5,50%) y MECÁNICA ESTADÍSTICA, ESTRUCTURA DE LA MATERIA [clase 82] con 79 (5,17%).

Clase MSC	Nº de Trabajos	%	% Acumulado
81 Teoría cuántica	205	13,43	13,43
35 Ecuaciones en derivadas parciales	118	7,73	21,15
83 Relatividad y teoría gravitatoria	90	5,89	27,05
16 Anillos y álgebras asociativos	84	5,50	32,55
82 Mecánica estadística, estructura de la materia	79	5,17	37,72
53 Geometría diferencial	66	4,32	42,04
03 Lógica matemática y fundamentos	56	3,67	45,71
46 Análisis funcional	56	3,67	49,38
62 Estadística	51	3,34	52,72
65 Análisis numérico	44	2,88	55,60
68 Ciencias de la computación	40	2,62	58,22
05 Combinatoria	39	2,55	60,77
37 Sistemas dinámicos y teoría ergódica	36	2,36	63,13
42 Análisis de Fourier	35	2,29	65,42
06 Orden, Reticulados, Estructuras algebraicas ordenadas	34	2,23	67,65
76 Mecánica de fluidos	33	2,16	69,81
34 Ecuaciones diferenciales ordinarias	32	2,10	71,91
93 Teoría de sistemas; control	31	2,03	73,94
90 Investigación de operaciones, programación matemática	29	1,90	75,83
91 Teoría de juegos, economía, ciencias sociales y del comportamiento	28	1,83	77,67
58 Análisis global, análisis en variedades	27	1,77	79,44
47 Teoría de operadores	26	1,70	81,14
92 Biología y otras ciencias naturales	25	1,64	82,78
17 Anillos y álgebras no asociativos	23	1,51	84,28
22 Grupos topológicos, grupos de Lie	18	1,18	85,46
14 Geometría algebraica	17	1,11	86,57
74 Mecánica de sólidos deformables	17	1,11	87,69
11 Teoría de números	13	0,85	88,54
70 Mecánica de sistemas y partículas	13	0,85	89,39
49 Cálculo de variaciones y control óptimo; optimización	12	0,79	90,18

Tabla 4. Distribución de los trabajos por clase temática principal de la MSC (2000-2005)

Clase MSC	Nº de Trabajos	%	% Acumulado
94 Información y comunicación, circuitos	12	0,79	90,96
08 Sistemas algebraicos generales	10	0,65	91,62
18 Teoría de categorías, álgebra homológica	10	0,65	92,27
60 Teoría de la probabilidad y procesos estocásticos	10	0,65	92,93
33 Funciones especiales	9	0,59	93,52
80 Termodinámica clásica, transmisión del calor	9	0,59	94,11
28 Medida e integración	8	0,52	94,63
78 Óptica, teoría electromagnética	8	0,52	95,15
13 Anillos y álgebras conmutativos	7	0,46	95,61
57 Variedades y complejos celulares	6	0,39	96,01
01 Historia y biografías	5	0,33	96,33
15 Álgebra lineal y multilineal, teoría de matrices	5	0,33	96,66
26 Funciones reales	5	0,33	96,99
32 Varias variables complejas y espacios analíticos	5	0,33	97,31
41 Aproximaciones y expansiones	5	0,33	97,64
52 Geometría convexa y discreta	5	0,33	97,97
20 Teoría de grupos y generalizaciones	4	0,26	98,23
39 Ecuaciones funcionales y en diferencias	4	0,26	98,49
43 Análisis armónico abstracto	4	0,26	98,76
55 Topología algebraica	4	0,26	99,02
00 General	3	0,20	99,21
86 Geofísica	3	0,20	99,41
30 Funciones de una variable compleja	2	0,13	99,54
85 Astronomía y astrofísica	2	0,13	99,67
12 Teoría de cuerpos y polinomios	1	0,07	99,74
19 K-teoría	1	0,07	99,80
31 Teoría de potencial	1	0,07	99,87
45 Ecuaciones integrales	1	0,07	99,93
51 Geometría	1	0,07	100,00
Total	1.527	100,00	

Tabla 4. Distribución de los trabajos por clase temática principal de la MSC (2000-2005)

Si desagregamos en un nivel jerárquico la clase temática principal más prolífica [clase MSC 81], observamos en la tabla 5 que casi la mitad de las contribuciones se concentran en una subclase (clasificación de segundo grado), siendo TEORÍA DE CAMPOS CUÁNTICA; TEORÍAS DE CAMPOS CLÁSICA RELACIONADA [81T] la más activa (101 trabajos). Bastante más atrás le siguen TEMAS MATEMÁTICOS GENERALES Y MÉTODOS EN TEORÍA CUÁNTICA [81Q] con 34 trabajos y AXIOMÁTICA, FUNDAMENTOS, FILOSOFÍA [81P] con 33 trabajos, conjuntamente estas dos últimas subclases agrupan cerca de un tercio de la producción.

Clase MSC 81	Nº de Trabajos	%
81T Teoría de campos cuántica; teorías de campos clásica relacionada	101	49,27
81Q Temas matemáticos generales y métodos en teoría cuántica	34	16,59
81P Axiomática, fundamentos, filosofía	33	16,10
81R Grupos y álgebras en teoría cuántica	12	5,85
81V Aplicaciones a sistemas físicos específicos	11	5,37
81S Mecánica cuántica general y problemas de cuantización	9	4,39
81U Teoría de la dispersión	4	1,95
81-	1	0,49
Total	205	100,00

Tabla 5. Distribución temática de la clase MSC 81

Por otro lado, al analizar la distribución de clases temáticas en su nivel más específico (clasificación de tercer grado) se devela que la investigación matemática argentina reúne el 2,16% de los trabajos totales en COÁLGEBRAS, BIÁLGEBRAS, ÁLGEBRAS DE HOPF; ANILLOS, MÓDULOS, ETC. SOBRE LOS CUALES ACTÚAN [16W30].

3.6 Distribución institucional

Las instituciones con mayor actividad publicadora en el sexenio en estudio se muestran en la tabla 6. El 91% de la producción matemática se centra en 9 universidades del sistema educativo público, sin embargo el 77% del aporte universitario, que a su vez representa el 70% del volumen total, es provisto por tan solo 3 universidades. La Universidad de Buenos Aires lidera claramente el *ranking* productivo aportando el 35,35% de los trabajos, seguida a una cierta distancia por las Universidades Nacionales de Córdoba y de La Plata con el 18,46% y 16,46%, respectivamente. La institución no universitaria más prolífica es la Comisión Nacional de Energía Atómica ubicada en la quinta posición con el 7,08%.

Es importante señalar que algunas universidades ven potenciada su productividad por contar con unidades ejecutoras del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), que en esta primera aproximación no se ha desagregado.

Institución	N° de Trabajos	%	% Acumulado
Universidad de Buenos Aires (UBA)	584	35,35	35,35
Universidad Nacional de Córdoba (UNC)	305	18,46	53,81
Universidad Nacional de La Plata (UNLP)	272	16,46	70,28
Universidad Nacional del Sur (UNS)	128	7,75	78,03
Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)	117	7,08	85,11
Universidad Nacional de Rosario (UNR)	77	4,66	89,77
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN)	65	3,93	93,70
Universidad Nacional de San Luis (UNSL)	48	2,91	96,61
Instituto Argentino de Matemática (IAM)	27	1,63	98,24
Universidad Nacional de Tucumán (UNT)	15	0,91	99,15
Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)	12	0,73	99,88
Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)	1	0,06	99,94
No identificada (N/I)	1	0,06	100,00
Total	1.652	100,00	
Total real	1.527		

Tabla 6. Producción institucional

Al estudiar en el gráfico 4 el comportamiento temporal productivo de las cinco instituciones que encabezan la tabla de productividad institucional, se observa que el rendimiento de la Universidad de Buenos Aires experimenta una fluctuación abrupta y que sus años de máxima actividad concuerdan con los años en que la Argentina eleva significativamente su potencial productivo. Las Universidades Nacionales de La Plata y del Sur presentan un marcado ascenso inicial para luego continuar con altibajos moderados, mientras que la Universidad Nacional de Córdoba presenta alzas y bajas más marcadas. La Comisión Nacional de Energía Atómica exhibe un descenso continuo en el número de trabajos desde 2001.

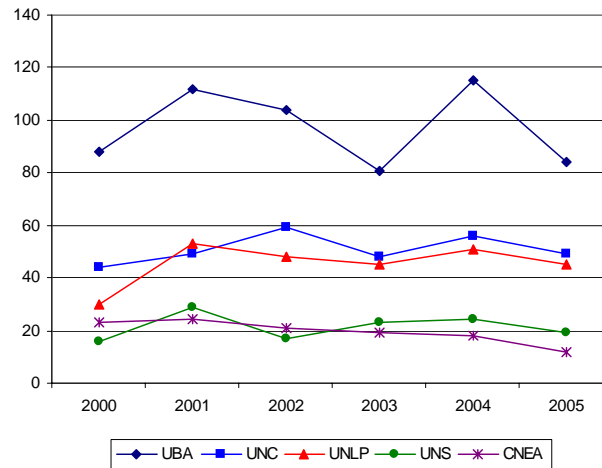


Gráfico 4. Evolución temporal de las 5 instituciones más prolíficas

3.7 Distribución temática por institución productora

Una parte importante de todo análisis de la actividad científica de una nación es develar el aporte que cada institución participante hace a los campos del saber. En este caso, vislumbrar el perfil investigador y el aporte productivo que cada institución nacional hace a una misma área disciplinar. Los trabajos de las diferentes instituciones registradas en MathSci se presentan distribuidos en las clases temáticas de la MSC en la tabla 7.

La Universidad de Buenos Aires presenta la distribución temática más amplia, contribuyendo a 50 clases temáticas de las 59 en las que participa Argentina y concentra el 42% de su producción en 5 de ellas: ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES [clase 35] (86 trabajos), TEORÍA CUÁNTICA [clase 81] (64 trabajos), RELATIVIDAD Y TEORÍA GRAVITATORIA [clase 83] (37 trabajos), ANILLOS Y ÁLGEBRAS ASOCIATIVOS [clase 16] (29 trabajos) y ESTADÍSTICA [clase 62] (29 trabajos). La Universidad Nacional de Córdoba se especializa en GEOMETRÍA DIFERENCIAL [clase 53] (59 trabajos) y RELATIVIDAD Y TEORÍA GRAVITATORIA [clase 83] (41 trabajos), ambas temáticas suponen un tercio de su contribución. La Universidad Nacional de La Plata agrupa el 46% de su investigación en TEORÍA CUÁNTICA [clase 81] (94 trabajos) y MECÁNICA ESTADÍSTICA, ESTRUCTURA DE LA MATERIA [clase 82] (32 trabajos). La Comisión Nacional de Energía Atómica, es otra institución fuerte en TEORÍA CUÁNTICA [clase 81] (48 trabajos) y MECÁNICA ESTADÍSTICA, ESTRUCTURA DE LA MATERIA [clase 82] (16 trabajos), ambas clases

agrupan el 55% de su contribución científica. La Universidad Nacional del Sur centra el 42% de sus documentos en ANILLOS Y ÁLGEBRAS ASOCIATIVOS [clase 16] (24 trabajos), ORDEN, RETICULADOS, ESTRUCTURAS ALGEBRAICAS ORDENADAS [clase 06] (16 trabajos) y LÓGICA MATEMÁTICA Y FUNDAMENTOS [clase 03] (14 trabajos). La Universidad Nacional de Rosario aporta 13 trabajos en TEORÍA CUÁNTICA [clase 81] y 10 trabajos en RELATIVIDAD Y TEORÍA GRAVITATORIA [clase 83] de un total de 77 contribuciones. La Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires contribuye casi un tercio de sus documentos a ANÁLISIS FUNCIONAL [clase 46], la Universidad Nacional de San Luis centra 17 de sus 48 trabajos en TEORÍA DE JUEGOS, ECONOMÍA, CIENCIAS SOCIALES Y DEL COMPORTAMIENTO [clase 91], la Universidad Nacional de Tucumán aporta el 67% de su producción a ESTADÍSTICA [clase 62] y la Universidad Nacional de Cuyo concentra la mitad de sus trabajos en INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA [clase 90].

Se puede notar que la investigación en ciertas áreas es dominada por una institución y la investigación en otras áreas se dispersa en varias instituciones. Por ejemplo, la Universidad de Buenos publicó 86 trabajos de 120 trabajos argentinos en ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES [clase 35] y 14 de 17 documentos en GEOMETRÍA ALGEBRAICA [clase 14], la Universidad Nacional de San Luis publicó 17 trabajos de 29 en TEORÍA DE JUEGOS, ECONOMÍA, CIENCIAS SOCIALES Y DEL COMPORTAMIENTO [clase 91], la Universidad Nacional de Córdoba publicó el 100% de los 18 trabajos en GRUPOS TOPOLÓGICOS, GRUPOS DE LIE [clase 22], el 96% de los 23 documentos en ANILLOS Y ÁLGEBRAS NO ASOCIATIVOS [clase 17] y el 83% de los 71 trabajos en GEOMETRÍA DIFERENCIAL [clase 53], y la Universidad Nacional de La Plata contribuyó con el 44% de los trabajos en INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN, CIRCUITOS [clase 94] y el 41% de los documentos en TEORÍA CUÁNTICA [clase 81]. En otras áreas, como ejemplo, MECÁNICA DE SÓLIDOS DEFORMABLES [clase 74], BIOLOGÍA Y OTRAS CIENCIAS NATURALES [clase 92], MECÁNICA ESTADÍSTICA, ESTRUCTURA DE LA MATERIA [clase 82] y ANÁLISIS GLOBAL, ANÁLISIS EN VARIEDADES [clase 58] la producción se distribuye en varias instituciones.

3.8 Colaboración científica

La autoría de los trabajos, reflejada en el número firmas, ha sido dominada claramente por la autoría múltiple, por sobre la autoría individual que tradicionalmente ha caracterizado a este campo del conocimiento. De la totalidad de documentos analizados, 1.192 (78%) contribuciones presentan algún nivel de cooperación entre autores.

La tabla 8 presenta la relación de trabajos con n firmas en el sexenio bajo análisis. Se observa que las contribuciones en solitario tienden a decrecer con el tiempo e incrementar las contribuciones firmadas por dos autores. El bloque de producción que más trabajos aporta es el firmado por dos (39,82%) y tres (25,08%) autores con cerca de dos tercios del total.

Clase MSC	UBA	UNC	UNLP	UNS	CNEA	UNR	UNICEN	UNSL	IAM	UNT	UNCuyo	CIC	N/I	Total
03	24	2	6	14	-	-	11	-	-	-	-	-	-	57
05	15	2	15	2	-	7	-	-	-	-	-	-	-	41
06	7	2	1	16	-	-	8	-	-	-	-	-	-	34
08	4	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
11	4	5	1	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	14
14	14	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	17
16	29	29	-	24	3	1	1	-	-	-	-	-	-	87
17	1	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
18	7	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
22	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
33	3	4	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	13
34	22	-	2	6	-	2	-	-	-	-	-	-	-	32
35	86	22	4	1	1	2	-	-	4	-	-	-	-	120
37	10	2	9	11	4	-	-	-	-	-	-	-	-	36
42	15	14	4	3	-	-	-	3	2	-	-	-	1	42
46	23	-	8	-	-	-	21	-	9	-	-	-	-	61
47	13	1	10	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	32
49	3	-	-	1	3	4	-	1	-	-	-	-	-	12
53	1	59	1	-	-	2	4	3	-	1	-	-	-	71
58	8	9	8	-	2	-	1	-	2	-	-	-	-	30
60	6	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	10
62	29	13	8	-	-	1	-	2	-	10	-	-	-	63
65	25	3	8	3	4	2	-	4	2	-	-	-	-	51
68	21	6	8	5	-	1	-	3	-	-	-	-	-	44
70	-	5	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
74	2	3	6	1	4	2	1	-	-	2	-	-	-	21
76	15	4	1	-	8	-	4	-	-	1	1	-	-	34
81	64	5	94	3	48	13	-	1	1	-	1	1	-	231
82	18	11	32	-	16	4	-	4	1	-	-	-	-	86
83	37	41	6	-	6	10	-	-	-	-	1	-	-	101
90	8	3	2	1	-	8	-	3	-	-	6	-	-	31
91	2	-	-	2	5	1	-	17	-	-	2	-	-	29
92	4	3	7	2	7	-	2	-	-	1	-	-	-	26
93	10	-	5	9	1	8	-	-	-	-	-	-	-	33
94	6	1	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
Otras	48	11	10	7	2	9	6	6	2	-	1	-	-	102
Total	584	305	272	128	117	77	65	48	27	15	12	1	1	1.652

Tabla 7. Distribución temática de la producción por institución productora

N° de Firmas	Trabajos												Total	
	2000	%	2001	%	2002	%	2003	%	2004	%	2005	%	Trabajos	%
1	52	23,85	73	26,07	54	20,77	56	22,67	62	21,99	38	15,83	335	21,94
2	93	42,66	110	39,29	89	34,23	89	36,03	118	41,84	109	45,42	608	39,82
3	47	21,56	62	22,14	82	31,54	65	26,32	67	23,76	60	25,00	383	25,08
4	21	9,63	24	8,57	32	12,31	30	12,15	26	9,22	26	10,83	159	10,41
5 o más	5	2,29	11	3,93	3	1,15	7	2,83	9	3,19	7	2,92	42	2,75
Total	218	100,00	280	100,00	260	100,00	247	100,00	282	100,00	240	100,00	1.527	100,00

Tabla 8. Distribución anual de trabajos por número de firmas

3.8.1 Índice de coautoría

Este indicador, que se calcula como la media aritmética del número de autores que firman los trabajos, da información sobre el tamaño de la autoría. A los 1.527 documentos publicados en el lapso en estudio corresponden 3.558 firmas, en consecuencia el índice de coautoría (IC) resultante es de 2,33, valor similar al IC registrado por Chile (2,32) y algo inferior al registrado por Brasil (2,35), y comparativamente alto respecto al IC alcanzado por México (2,23) y Venezuela (2,12)⁴.

En el gráfico 5 se aprecia la tendencia positiva del IC de la investigación argentina, pasando de ser 2,24 en el año 2000 a 2,4 en el año 2005. La misma tendencia ascendente se ha observado en el propio campo de la investigación matemática (Glanzel, 1998; Grossman, 2002).

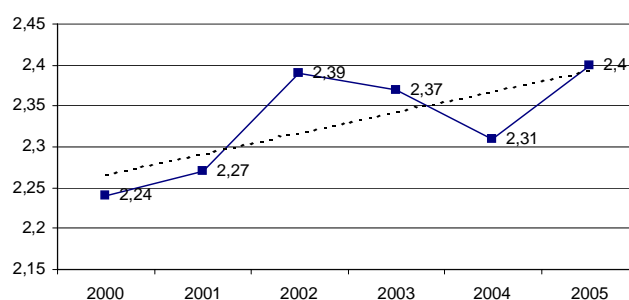


Gráfico 5. Evolución anual del índice de coautoría

3.8.2 Colaboración nacional

La tasa de colaboración nacional interinstitucional alcanzó apenas un 8% (121 documentos) de la producción bajo análisis. Se destacó la Universidad de Buenos Aires prestando colaboración con 8 instituciones y la Universidad Nacional de Córdoba con 5 instituciones. La Universidad de Buenos Aires y la Universidad Nacional de La Plata fueron las organizaciones que cooperaron entre sí con mayor frecuencia (38 trabajos), secundadas a distancia por la cooperación establecida entre Universidad Nacional de Rosario y la Universidad de Buenos Aires (17 trabajos).

3.8.3 Colaboración internacional

El 36,21% del total de los trabajos publicados fue realizado en colaboración internacional, es decir, en coautoría con investigadores extranjeros. El gráfico 6 muestra la distribución de los trabajos por el tipo de relación establecida (bilateral, trilateral y multilateral). Ampliamente, la copublicación con otras naciones está dominada por la cooperación bilateral (88%).

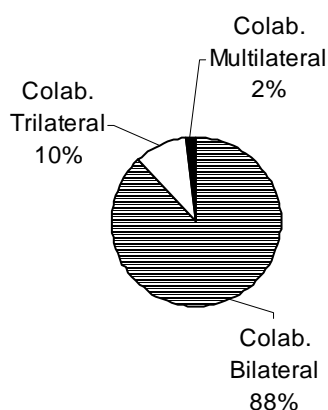


Gráfico 6. Distribución de los trabajos en colaboración internacional por el tipo de relación establecida para el período 2000-2005. (553=100%)

La tabla 9 presenta la evolución de la tasa de colaboración internacional. A simple vista se observa que el peso relativo de la copublicación con otros países tendió a aumentar a lo largo del espacio temporal analizado, desde el 30,28% al principio del mismo hasta el 42,08% al final. Sin embargo, este incremento sostenido no repercutió en un volumen mayor de publicación anual.

Año	% de Colaboración Internacional
2000	30,28
2001	33,57
2002	38,85
2003	35,22
2004	36,88
2005	42,08

Tabla 9. Evolución anual de la tasa de trabajos en colaboración internacional

Los científicos argentinos colaboraron con investigadores de 34 países. En la tabla 10, se presentan los países con los que han colaborado en los años estudiados, y el total de documentos copublicados con dichos países, así como el porcentaje que dichos trabajos representan respecto del total de los documentos en colaboración internacional.

Las naciones con las que más se trabajó son los Estados Unidos (22,99%) y España (22,68%), seguidas, bastante detrás, por Francia (11,97%). La participación con países de América Latina y el Caribe supone el 16% del total de las copublicaciones, siendo principalmente Brasil (que representa el 52% del total latinoamericano) la nación con la cual se ha colaborado con mayor asiduidad.

3.8.4 Red de las colaboraciones entre las instituciones argentinas más productivas con otros países

En el gráfico 7 se muestra la red de colaboración llevada a cabo por las instituciones argentinas más productivas con instituciones extranjeras. La misma se ha construido con la técnica estadística multivariante de escalamiento multidimensional a partir de los documentos firmados en coautoría institucional. Se seleccionaron solo aquellas organizaciones que publicaron 11 o más documentos. La conexión de la red está determinada por un umbral mínimo de 6 copublicaciones para ver los vínculos más fuertes entre los nodos, es decir, aquellos que presentan una mayor constancia e intensidad. El grosor de las líneas señala la cantidad de trabajos comunes.

Como puede observarse en la mencionada red, la institución más activa, la Universidad de Buenos Aires, se sitúa en la parte central muy próxima a Estados Unidos y España, dejando en evidencia la importante interrelación de estos nodos con los otros nodos del mapa. Cerca también del centro, se encuentran la Universidad Nacional de La Plata, la Universidad Nacional de Córdoba y, un poco más alejada, la Comisión Nacional de Energía Atómica. Esto demuestra que estas últimas dos universidades, la Comisión Nacional y, principalmente, la Universidad de Buenos Aires son las instituciones nacionales que

País	Nº de Trabajos	%
Estados Unidos	146	22,99
España	144	22,68
Francia	76	11,97
Brasil	53	8,35
Alemania	30	4,72
Chile	29	4,57
Italia	26	4,09
Canadá	20	3,15
Gran Bretaña	17	2,68
Países Bajos	13	2,05
Suiza	11	1,73
México	9	1,42
Australia	7	1,10
Bélgica	6	0,94
Suecia	6	0,94
Uruguay	5	0,79
Japón	4	0,63
Austria	3	0,47
Israel	3	0,47
Polonia	3	0,47
Rumania	3	0,47
Venezuela	3	0,47
Colombia	2	0,31
Dinamarca	2	0,31
Eslovenia	2	0,31
Grecia	2	0,31
Irlanda	2	0,31
Rusia	2	0,31
Corea del Sur	1	0,16
India	1	0,16
Noruega	1	0,16
Nueva Zelanda	1	0,16
Portugal	1	0,16
Sudáfrica	1	0,16
Total	635	100,00

Tabla 10. Colaboración internacional

tienen mayores y más variados hábitos de colaboración internacional. En la parte periférica de la red se ubican aquellas otras instituciones cuyos hábitos de colaboración no están tan desarrollados.

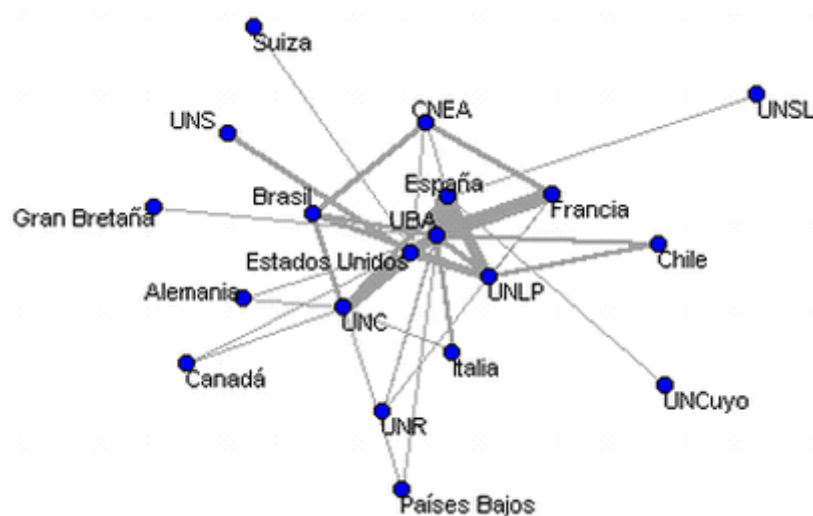


Gráfico 7. Red de copublicación entre instituciones argentinas con otras naciones
(Stress normalizado 0,03)

4. Conclusiones

Del análisis de la producción matemática argentina recogida en *MathSci* cabe destacar las conclusiones que se detallan a continuación, no obstante los resultados no deben extrapolarse a otros contextos:

El aporte de trabajos durante el espacio temporal 2000-2005, a pesar de las fluctuaciones observadas, experimentó un incremento del 10% en dicha base de datos. Sin embargo, la Argentina no pudo mejorar significativamente su peso relativo en la región, manteniéndose bastante por detrás de Brasil y México.

Al relativizar la producción de la Argentina, Brasil, Chile y México en función de su población y gasto en I+D, se observó que la Argentina ocupa la primera posición en relación con el gasto en I+D y la segunda posición en función de la población.

La distribución de los trabajos publicados en revistas presentó una gran dispersión. Cerca del 50% de las investigaciones se distribuyó en 46 fuentes (11%), mientras que el 50% restante se distribuyó en 360 (89%). De esos 360 títulos, 183 publicaron solo un trabajo de matemáticos argentinos. Las revistas de física JOURNAL OF PHYSICS. A. MATHEMATICAL AND GENERAL con 54 trabajos (3,98%), PHYSICA A. STATISTICAL MECHANICS AND ITS APPLICATIONS con 47 (3,46%) y PHYSICAL REVIEW. D. THIRD SERIES con 45 (3,32%) fueron las publicaciones que canalizaron la mayor cantidad de documentos durante el sexenio en estudio.

Más del 50% de la producción se centró en 9 categorías primarias de la MSC. El primer cuartil productivo comprende TEORÍA CUÁNTICA con 205 trabajos (13,43%), ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES con 118 trabajos (7,73%) y RELATIVIDAD Y TEORÍA GRAVITATORIA con 90 trabajos (5,89%).

Nueve universidades públicas produjeron el 91% de los documentos. La Universidad de Buenos Aires (35,35%) ha sido la institución más productiva, seguida a cierta distancia por la Universidad Nacional de Córdoba (18,46%) y la Universidad Nacional de La Plata (16,46%). No obstante, hay que tener en cuenta que existen aspectos distintivos en cuanto al tamaño de las instituciones, el número de científicos que trabajan en ellas y su dedicación a la investigación, y los subsidios otorgados a la investigación en cada caso. También, dentro de cada institución puede haber diferentes grupos de investigación con distintas trayectorias y diferente actividad.

La distribución temática por institución productora muestra a la Universidad de Buenos Aires como la institución con mayor diversidad productiva, contribuye al 85% de las clases temáticas en las que participa Argentina. Una clase temática recibió la contribución de 10 instituciones y 2 clases la de 8 instituciones. En el otro extremo, 9 clases recibieron la contribución de una única institución y 8 clases la de 2 instituciones. Ciertas instituciones muestran liderazgo productivo en las áreas más activas, la Universidad Nacional de La Plata concentra el 41% de la producción en TEORÍA CUÁNTICA, la Universidad de Buenos Aires el 72% en ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES y la Universidad Nacional de Córdoba el 41% en RELATIVIDAD Y TEORÍA GRAVITATORIA. Diecinueve de las 35 áreas temáticas con 10 o más trabajos presentan el aporte de una institución que contribuyó con más del 40% de los documentos.

En cuanto a la colaboración científica, en el total de los seis años analizados, el 78% de los trabajos se realizó en autoría múltiple (dominada por el bloque de 2 y 3 firmas), corroborada con un índice de coautoría de 2,33. La colaboración internacional creció notablemente, en el año 2000 representaba el 30,28% del total de la producción y en el año 2005 alcanzó el 42,08%. El tipo de cooperación predominante fue la bilateral (88%) y los principales socios científicos de los investigadores argentinos fueron investigadores de instituciones estadounidenses, españolas y francesas. La comparación entre las tasas de

colaboración nacional e internacional deja en evidencia que hay una mayor predisposición por parte de los autores a trabajar con colegas extranjeros que con colegas de otras instituciones nacionales.

La red de colaboración científica entre instituciones argentinas con otras naciones develó a la Universidad de Buenos Aires, la Universidad Nacional de La Plata, la Universidad Nacional de Córdoba y la Comisión Nacional de Energía Atómica como las organizaciones que presentan mayores y más variados hábitos de cooperación internacional.

Por último, es importante señalar que el análisis de la actividad científica por medio de la producción bibliográfica registrada en bases de datos internacionales unidisciplinarias o multidisciplinarias es sólo una faceta del complejo proceso de la evaluación científica, pero brinda una visión general de la investigación a través de uno de sus productos más representativos, la literatura científica. También hay que recordar que un aumento de presencia en repertorios internacionales es un paso importante e indispensable para garantizar la difusión de la investigación argentina en la comunidad internacional y hacer factible algún reconocimiento posterior.

Notas

Las opiniones vertidas en este artículo son de absoluta responsabilidad del autor.

Agradezco los comentarios y sugerencias que realizaron árbitros anónimos.

¹ La población estimada para la Argentina es de 37,4 millones de habitantes, para Brasil 181,6, para Chile 16,1 y para México 105,3.

² El gasto en I+D estimado para la Argentina es de 664,2 millones de USD, para Brasil 5.329, para Chile 634,9 y para México 2852,5.

³ Se entiende por «corriente principal» de la Ciencia al conjunto de revistas científicas que son indizadas en alguno de los índices de citaciones (*citation indexes*) desarrollados por Thomson Scientific (ex ISI, Institute for Information Science).

⁴ Valores calculados por el autor en base a la producción registrada de dichas naciones en *MathSci+* para el período bajo análisis.

5. Referencias bibliográficas

- Bordons, María y María Ángeles Zulueta. 1999. Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. En *Revista Española de Cardiología*. Vol. 52, no. 10, 790-800.
- CAICYT. 2006a. Documentos CAICYT. <<http://www.caicyt.gov.ar/documentos-caicyt>> [Consulta: 9 septiembre 2006].
- CAICYT. 2006b. Comparación de la producción científica de Argentina, Brasil, Chile, México y Venezuela. *Science Citation Index* 2000-2004. 10 p. <<http://www.caicyt.gov.ar/bases-de-datos-e-indicadores/documentos-1/comparacionfinal.pdf>> [Consulta: 9 septiembre 2006].
- Glänzel, W. 2002. Co-authorship Patterns and Trends in the Sciences (1980-1998). A Bibliometric Study With Implications for Database Indexing and Search Strategies. En *Library Trends*. Vol. 50, no. 3, 461-473.
- Grossman, J. W. 2002. The Evolution of the Mathematical Research Collaboration Graph. En *Congressus Numerantium*. Vol. 158, 201-212. <<http://www.oakland.edu/enp/eddie.pdf>> [Consulta: 13 septiembre 2006].
- Okubo, Yoshiko. 1997. Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples. Paris: OECD. 70 p. (STI Working Papers, 1). Organisation for Economic Co-Operation and Development
- RICYT. 2007. Indicadores. <<http://www.ricyt.edu.ar/interior/interior.asp?Nivel1=1&Nivel2=1&Idioma=>>> [Consulta: 12 marzo 2007].
- Sancho, Rosa. 1990. Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. En *Revista española de documentación científica*. Vol. 13, no. 3-4, 842-865.
- Vázquez, Juan Luis. 2001. The Importance of Mathematics in the Development of Science and Technology. En *Boletín de la Sociedad Española de Matemática Aplicada*. No. 19, 69-112.